标记回收法确认我国北方地区草地螟的迁飞

陈　阳[1,*]，姜玉英[2]，刘家骧[1]，吕　英[3]，孟正平[3]，陈　静[4]，唐继洪[5]

（1. 内蒙古自治区植保植检站，呼和浩特 010010；2. 全国农业技术推广服务中心，北京 100125；
3. 内蒙古乌兰察布市植保植检站，内蒙古集宁 012000；4. 内蒙古呼和浩特市植保植检站，呼和浩特 010010；
5. 中国农业科学院植物保护研究所，北京 100193）

摘要：为了证实草地螟 *Loxostege sticticalis* L.（鳞翅目：螟蛾科）由我国华北越冬区向东北迁飞危害的假说并提供直接的证据，采用网捕成虫喷雾染料标记释放回收的方法，于2009年越冬代草地螟成虫盛发期间（6月1－4日）分别在内蒙古武川县（41.07°N，111.42°E）和察右中旗（41.13°N，112.58°E）的6个标放点共标记当地越冬代草地螟成虫约181万头并自然释放。标记释放后，在东北、西北和华北11个草地螟常发省（市、区）组织各级监测预警部门利用虫情测报灯、捕虫网和性诱剂诱捕器等多种器械进行回收，先后于2009年6月7－29日在内蒙古科右中旗、乌兰浩特、扎兰屯分别回收到由察右中旗标记释放的成虫9头，在辽宁省北票市回收到由武川县标记释放的成虫1头。标记释放点至回收点直线距离为725～1 117 km。这是迄今为止世界上确认的草地螟最远迁飞距离。这些证据不仅证实了我国越冬代草地螟成虫能从华北迁往东北危害，而且为进一步了解草地螟的种群动态规律，改善草地螟的预测预报技术提供了重要的科学依据。

关键词：草地螟；迁飞；标记释放回收；迁飞距离；迁飞路线；越冬区
中图分类号：Q968　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：0454-6296(2012)02-0176-07

Mark-release-recapture validation of the migration of the beet webworm, *Loxostege sticticalis* (Lepidoptera: Pyralidae), in northern China

CHEN Yang[1,*], JIANG Yu-Ying[2], LIU Jia-Xiang[1], LÜ Ying[3], MENG Zheng-Ping[3], CHEN Jing[4], TANG Ji-Hong[5] (1. Plant Protection and Quarantine Station of Inner Mongolia Autonomous Region, Hohhot 010010, China; 2. National Agro-Technical Extension and Service Center, Beijing 100125, China; 3. Plant Protection and Quarantine Station of Wulanchabu City, Jining, Inner Mongolia 012000, China; 4. Plant Protection and Quarantine Station of Hohhot City, Hohhot 010010, China; 5. Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China)

Abstract: A mark-release-recapture (MRR) experiment was conducted in June, 2009 in Inner Mongolia Autonomous Region, and the peak for the overwintering adult population of the beet webworm, *Loxostege sticticalis* L. (Lepidoptera: Pyralidae) was detected in order to demonstrate the migratory pathway and capacity of this species from northern region to northeast region in China. In July, about 1.8 million adults were caught by nets, marked by spraying colorant and released at 6 sites distributed in Wuchuan County (41.07°N, 111.42°E) and Chayouzhongqi (41.13°N, 112.58°E) of Inner Mongolia during June 1st - 4th, 2009. At the monitoring and forecasting units of the beet webworm at various levels in the 11 main occurrence provinces or autonomous regions in northern China, methods such as trap lamps, clap nets and pheromone traps were used to recapture the adults of this moth. Nine adults, released at Chayouzhongqi, were recaptured at Keyouzhongqi, Wulanhaote, and Zhalantun County, respectively, in northeastern Inner Mongolia during June 7th - 25th, and 1 adult released at Wuchuan County was recaptured at Beipiao County of Liaoning Province on June 29th. The straight distances from the released sites to the recaptured sites were from 725 - 1 117 km. This is the longest distance taken by the migratory flight of the beet webworm that has been recorded in the world. These results not only prove the soundness of traditional assumption that the beet webworm originated from northern China is one of the sources for the 1st generation of the moth in northeastern China, but also provide important basis to

基金项目：国家科技支撑计划项目(2006BAD08A01)
作者简介：陈阳，女，1971年生，内蒙古赤峰宁城人，硕士，高级农艺师，从事重大病虫测报和综合防治技术研究与推广工作，E-mail：chenyang718@126.com
收稿日期 Received：2011-10-24；接受日期 Accepted：2011-12-25

improve the forecast and management technology of the beet webworm.
Key words：*Loxostege sticticalis*；migration；mark-release-recapture（MRR）；migration distance；migration route；overwintering areas

草地螟 *Loxostege sticticalis* L.（鳞翅目：螟蛾科）是我国华北、东北和西北地区农牧业生产的重大害虫，曾给我国农牧业生产造成过很大的经济损失（屈西峰等，1999；罗礼智，2004；罗礼智和李光博，1993；罗礼智和屈西锋，2005；罗礼智等，2009）。迁飞是草地螟灾害难于预测、防治，同时也是其能经常暴发成灾的主要原因之一（崔万里，1992；罗礼智等，1996，2009）。例如，我国草地螟的主要越冬区为山西北部、河北北部及内蒙古中西部地区（全国草地螟科研协作组，1987；罗礼智和李光博，1993；孙雅杰和陈瑞鹿，1995），而在东北等其他地区，虽然很少能发现越冬幼虫（田绍义和高世金，1987），但东北地区的草地螟危害则和华北地区一样频繁（岳宗岱和袁艺，1983；罗礼智等，1996）。基于这些现象，不少学者认为东北 1 代草地螟虫源主要是由华北越冬虫源区的草地螟成虫大量迁入造成的（全国草地螟科研协作组，1987；张树坤等，1987；杨素钦和马桂椿，1987；罗礼智等，1996；张云慧等，2008）；一些学者还对其迁飞路线进行了推测（杨素钦和马桂椿，1987）。支持这个观点的证据还有：我国草地螟不存在地方种群，即华北和东北地区的草地螟种群没有明显的基因差异（Jiang *et al*.，2010），华北与东北两地成虫高峰有跟随效应（罗礼智等，1996），东北地区未查到越冬虫源的年份有大量成虫迁入等现象，越冬代成虫盛发期间高空存在着由华北向东北盛行的气流等等。应用昆虫雷达对草地螟迁飞行为规律进行研究的结果也表明，东北地区的草地螟虫源可能来自于华北地区（陈瑞鹿等，1992；张云慧等，2008）。然而，由于缺乏直接证据，东北地区草地螟的虫源问题存在着一些争议（陈晓等，2004，2008）。因此，如何在更好地阐明草地螟迁飞规律的同时获取草地螟迁飞的直接证据至关重要。

为了更好地阐明我国草地螟的种群动态规律以及华北和东北的虫源关系，为改善提高草地螟的预测预报技术水平提供科学依据，作者应用在粘虫等多种迁飞害虫迁飞规律研究中已经取得成功的标记释放回收（mark-release-recapture，MRR）方法（李光博等，1964；贾佩华，1985），于 2009 年越冬代草地螟盛发期间分别在乌兰察布市察右中旗和呼和浩特市武川县对草地螟越冬成虫进行了标记释放和回收实验，并在距标放点东北部超过 700 km 的 4 个地点回收到标记释放的成虫，现将主要结果整理报告如下。

1　材料与方法

1.1　标记材料与工具

所用的标记染色配方根据小地老虎 *Agrotis ypsilon* Rottemberg 的标记配方（贾佩华，1985）修改而成。主要的成份为：75% 酒精 5 000 g，染料 25 g（察右中旗为雷马素红 3BS；武川县为雷马素翠兰 G-X），虫胶 12.5 g，荧光素 0.2%。所用荧光素和染料均由天津市染研工贸有限公司提供，工业一级。虫胶用无水酒精配制成 40% 母液备用，其他现配现用。配好的溶液封存并留样。

捕虫网：所用捕虫网为高 1.5 m、宽 2 m、长 3 m的拖地式捕虫网。捕虫网是网口大底部小的六面体网，除捕虫口外，其余五面都用粗纱布缝制而成，五面相邻接口处用白布缝制。正方形网口的左右两个直边缝制长筒活口，插入 1.5 m 木棍作支撑和手柄。

喷色工具：每一标放点配备往复式喷雾器 2 台（广东农药械厂 3WT-13 型，可调式直喷头），用于喷洒标记染液。

1.2　标记释放方法、时间和地点

选取在当地越冬孵化的成虫密度较高的空旷地，将 10 个捕虫网一字形排列前行。每个捕虫网由 2 人操作。以稍快于步行的速度逆风拖拉捕虫网，被惊起的蛾子即落入网内。每当捕虫网拖行 300 ~ 400 m 后，在网口处用盛有标记染液喷雾器的喷头对准网底往复推拉一次喷杆使被标记草地螟蛾均匀着色。随后将拉网反转并逆风跑动 3 ~ 5 m，即可将网内染色后的蛾子全部释放。每日计数 1 网捕虫量，再乘以总网次数得到标记总虫量，标放后将每次标记的成虫留 100 ~ 200 头标样蛾，虫体充分晾干后放到一密封好的玻璃器皿中，备鉴定时作为对照使用。标记释放使用染料、时间和地点等信息详见表 1。

表 1 2009 年草地螟内蒙古标记释放主要信息

Table 1 Data of the marked and released adults of *Loxostege sticticalis* in Inner Mongolia in June, 2009

标记日期(月/日) Mark date (month/day)	标记颜色和染料 Marked color and material	标记释放地点 Mark and release site	纬度(N°) Latitude	经度(E°) Longitude	海拔高度(m) Altitude	标记释放虫数(百万) Number of marked and released moths (million)
6/1 -3	红色 Red (雷马素红 3BS)	察右中旗辉腾锡勒草原明珠标放地 A Mark and release site A of Mingzhu, Huitengxile Grassland, Chayouzhongqi	41.1333	112.5833	2 056	1.31
		察右中旗辉腾锡勒草原明珠标放地 B Mark and release site B of Mingzhu, Huitengxile Grassland, Chayouzhongqi	41.1167	112.5833	2 038	
6/2 -4	翠蓝色 Turquoise blue (雷马素翠兰 G-X)	武川县大青山 Daqingshan Mountain, Wuchuan County	41.0667	111.4167	1 603	0.50
		武川县上秃亥 Shang Tuhai, Wuchuan County	41.1167	111.2554	1 591	
		武川县可镇 Kezhen, Wuchuan County	41.1833	111.4167	1 635	
		武川县哈乐 Hale, Wuchuan County	41.2538	111.4833	1 684	

1.3 回收及虫体鉴定

从标记释放之日(6 月 1 日)起，在全国草地螟常发地东北、华北和西北组织草地螟主要发生地的各个县市植保站及监测站对草地螟成虫进行回收。回收的方法包括检查黑光灯、田间网捕及其他诱捕器具所捕获的草地螟成虫，将发现有标记颜色的成虫放入指形管内，两端塞以棉花，并放入标明回收地点、时间、回收人及单位的标签，再装入小木盒寄往内蒙古自治区植保植检站和全国农技中心病虫害测报处进行鉴定。

内蒙古自治区植保植检站组织相关专家对回收到的草地螟成虫进行了鉴定，并将确认为回收的成虫、保留的染色成虫样本以及未标记的成虫样本一起送往北京大学物理学院光学介质实验室进行荧光检测。具体的检测方法为：将一个回收点的成虫浸泡于乙醇中，超声波匀浆，然后将乙醇溶液通过 0.22 μm的过滤器过滤，将滤液放在 400 nm 波长的光谱下激发，测量并确定溶液的荧光发射光谱。

全部证据标本现保存在内蒙古自治区植保植检站标本室内。

1.4 迁飞距离计算

草地螟的迁飞距离是指从标记释放点到回收点的直线距离。具体的计算方法是：将标记释放点和回收地点在 ArcGIS 10.0 中标记，用其中的测距离工具测量回收点到相应标记释放点的距离。本研究所用地图为下载于国家基础地理信息中心网站 (http://nfgis.nsdi.gov.cn/nfgis/chinese/c_xz.htm) 的 1:400 万的中国地图。

2 结果与分析

2.1 标记释放结果

2009 年 6 月 1 -3 日，在乌兰察布市察右中旗辉腾锡勒草原明珠对草地螟进行标记放飞。此地草滩草地螟越冬代成虫百步惊蛾量为 3 000 ~10 000 头，局部集中地块达 30 000 ~50 000 头，雌蛾抱卵级别大部为 1 级。此地标记颜色为雷马素红 3BS。3 d 共标记草地螟越冬代成虫 131 万头。

2009 年 6 月 2 -4 日，呼和浩特市武川县在大青山、上秃亥、可镇、哈乐四乡镇对草地螟成虫进行标记放飞。百步惊蛾量为 800 ~1 500 头，开花的柠条上百步惊蛾量达万头以上，雌蛾抱卵大部为 1 级。3 d 内共标记 50 万头越冬代成虫，标记颜色为雷马素翠兰。

2.2　回收结果

6 月 7 – 29 日在内蒙古自治区及辽宁省共捕获到 10 头标记的草地螟成虫(表 2)，所回收到的草地螟蛾经内蒙古自治区植保植检站的专家进行鉴定，确认是该次实验中标记释放的成虫，其中包括由乌兰察布市察右中旗辉腾锡勒草原明珠标记的成虫(红色)9 头和由呼和浩特市武川县标记的成虫(翠兰色)1 头。

表 2　2009 年 6 月回收到的标记释放草地螟成虫

Table 2　Data of the marked and released adults of *Loxostege sticticalis* recaptured in June, 2009

收集时间 Recapture date (month/day)	收集地点 Recapture site	经度(E°) Longitude	纬度(N°) Latitude	采集方式 Recapture manner	回收数量(红/翠兰色)* Number of recaptured moths (red/turquoise blue)	回收人 Collectors
6/7	呼伦贝尔扎兰屯市河西镇测报站 Hexizhen Monitoring Post, Zhalantun City, Hulunbeier	122.39	48.12	性诱捕器 Pheromone traps	1/0	郭桂清 GUO Gui-Qing
6/13	兴安盟科右中旗白音胡硕测报站 Baiyinhushuo Monitoring Post, Keyouzhongqi, Xing'an Meng	121.45	45.01	杀虫灯 Trap lamps	1/0	王根庄 WANG Gen-Zhuang
6/16	兴安盟科右中旗白音胡硕测报站 Baiyinhushuo Monitoring Post, Keyouzhongqi, Xing'an Meng	121.45	45.01	杀虫灯 Trap lamps	1/0	王根庄 WANG Gen-Zhuang
6/17	兴安盟科右中旗白音胡硕测报站 Baiyinhushuo Monitoring Post, Keyouzhongqi, Xing'an Meng	121.45	45.01	杀虫灯 Trap lamps	1/0	王根庄 WANG Gen-Zhuang
6/23	兴安盟科右中旗白音胡硕测报站 Baiyinhushuo Monitoring Post, Keyouzhongqi, Xing'an Meng	121.45	45.01	杀虫灯 Trap lamps	1/0	王根庄 WANG Gen-Zhuang
6/23	兴安盟乌兰浩特胡力斯台测报站 Hulisitai Monitoring Post, Ulanhot, Xing'an Meng	122.03	46.17	田间网捕 Clap nets	1/0	刘淑洁 LIU Shu-Jie
6/24	兴安盟乌兰浩特胡力斯台测报站 Hulisitai Forecasting Post, Ulanhot, Xing'an Meng	122.03	46.17	田间网捕 Clap nets	1/0	刘淑洁 LIU Shu-Jie
6/25	兴安盟乌兰浩特义勒力特测报站 Yilelite Monitoring Post, Ulanhot, Xing'an Meng	122.03	46.17	杀虫灯 Trap lamps	2/0	刘淑洁 LIU Shu-Jie
6/29	辽宁省北票市城郊观测圃 Chengjiao Monitoring Post, Beipiao County, Liaoning Province	120.15	41.23	杀虫灯 Trap lamps	0/1	李喜国 LI Xi-Guo
合计 Total					9/1	

* 红色和翠兰色分别为乌兰察布市察右中旗和呼和浩特市武川县标记释放的成虫。Red and turquoise blue represent adults released from Chayouzhongqi and Wuchuan County, respectively.

2.3　回收标本荧光检测结果

如图 1 所示，荧光检测的结果显示所捕获的红色草地螟成虫具有乌兰察布市察右中旗辉腾锡勒草原明珠标放成虫的荧光特性(在 500 nm 左右有一个荧光发射谱峰)，与未标记成虫有明显区别，相对没有染色的飞蛾的荧光光谱，回收飞蛾的荧光光谱具有保留的染色飞蛾的荧光光谱特性，回收飞蛾 2 的特征比较明显，并可判定回收到的红色草地螟成虫来自察右中旗标放地。而在呼伦贝尔市扎兰屯市捕获的 1 头红色草地螟成虫和在辽宁北票捕获的 1 头翠兰色草地螟成虫因褪色、染色量小而荧光检测结果不明显。

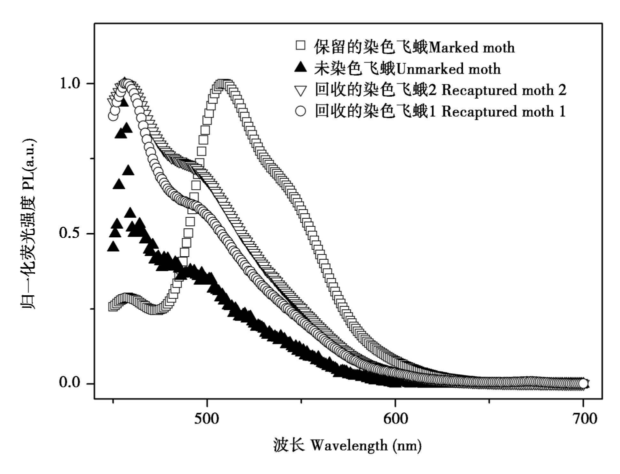


图 1 不同来源的草地螟成虫处理后在 400 nm 光波下激发的归一化荧光光谱对比图

Fig. 1 Comparison chart of normalized fluorescence spectra from *Loxostege sticticalis* adults under different treatment excited at 400 nm

回收的染色飞蛾 2 Recaptured moth 2：兴安盟科右中旗 4 头蛾 Four moths recaptured from Keyouzhongqi, Xing'an Meng；回收的染色飞蛾 1 Recaptured moth 1：兴安盟乌兰浩特 3 头蛾 Three moths recaptured from Ulanhot, Xing'an Meng.

2.4 迁飞距离

在所回收到的成虫中，迁飞距离最远的是由察右中期标记释放而在内蒙古呼伦贝尔市扎兰屯河西镇回收到的成虫，直线距离为 1 116.57 km，其次为在察右中旗标记释放在兴安盟乌兰浩特胡力斯台和义勒力特回收到的，直线距离为 955.25 km，再次为由察右中期标记释放而在兴安盟科右中旗白音胡硕回收到的 3 头成虫，距离为 847.74 km。迁飞距离最短的为从武川县标记在辽宁省北票市回收到的成虫，为 725.37 km(图 2)。

3 讨论

草地螟是一种迁飞害虫(杨素钦和马桂椿，1987；陈瑞鹿等，1992；陈晓等，2004，2008；Jiang *et al.*，2010)，但国内外能够直接证明草地螟迁飞的证据一直较少，实际的迁飞距离也未能确定。本研究所回收到的 10 头成虫的飞行距离为 725 ~ 1 117 km(图 2)。这些结果不仅直接证明了草地螟

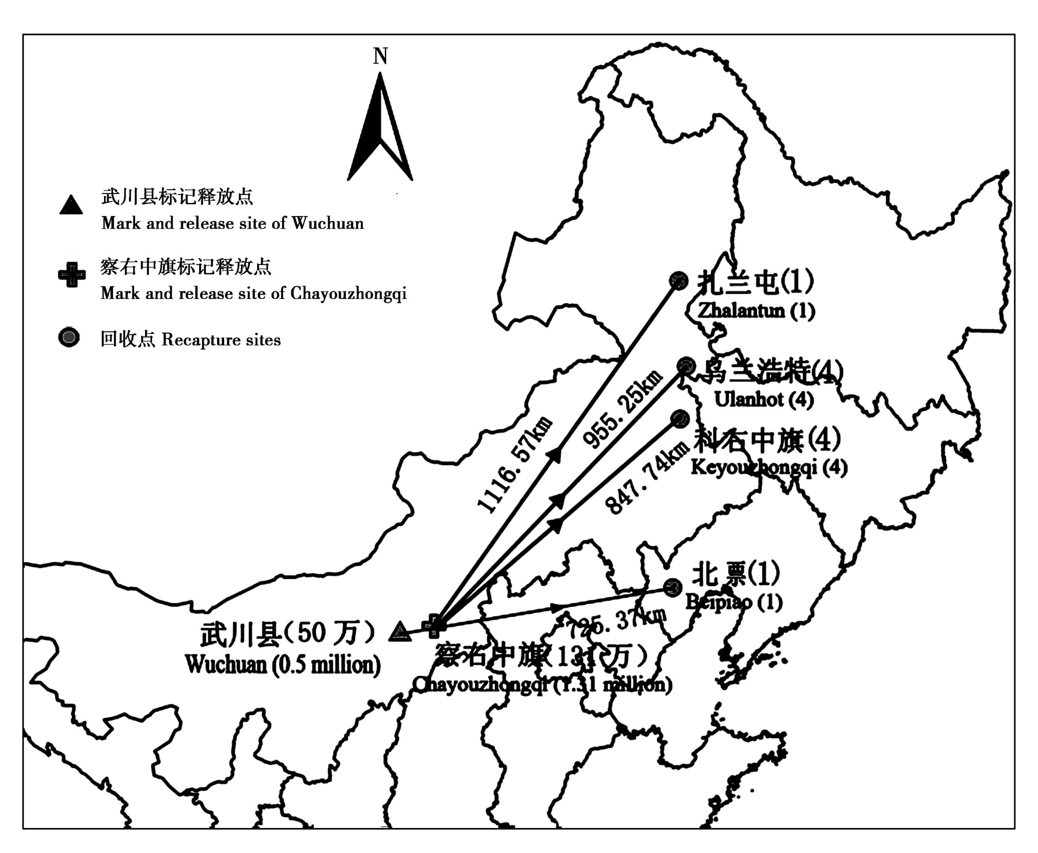


图 2 2009 年 6 月我国草地螟的标记回收结果和迁飞距离

Fig. 2 The migratory flight distances of adult *Loxostege sticticalis* as determined by MRR technique in June, 2009

图中括号内的数字代表该地点标记释放或回收到的成虫数量；图中带箭头的线段表示标记释放点到回所点的直线路径，其上的数字代表两地间的直线距离。Numbers in brackets represent amount of adults marked and released or recaptured at the site. Line with arrow represents straight route between mark and release site and recapture site, while number above the line represents the straight distance between the two sites.

是一种远距离迁飞害虫，而且所确认的迁飞距离是国内已经确认的迁飞距离 230 km（张树坤等，1987）的 3 ~5 倍。由于国外一直没有相应的研究报道，因此，这些研究结果的获得不仅可进一步阐明草地螟是一种迁飞害虫，而且所确认的迁飞距离是迄今为止世界上确认的草地螟最远迁飞距离。

尽管这次标记回收实验在内蒙古自治区以及我国草地螟常发区东北、华北和西北 11 个省市自治区都对标记释放的草地螟成虫组织了回收，但只有在标记点的东北部回收到标记成虫，在内蒙古的东南部、南部和西南部的天津市、北京市、河北省、山西省、宁夏自治区、陕西省及内蒙古自治区界内的中西部地区并没有回收到标放成虫，回收到标记成虫的点较少，仅有 4 个（图 2）。另外，回收率也很低，仅有 1/18 万。其中的主要原因可能是标记释放回收本身就是一项难度很大的工作，如我国粘虫的标记回收进行了 3 年也仅回收到 10 头左右的成虫（李光博等，1964）。另外，2008 年 2 代草地螟大发生，全国草地螟发生区都存在着大量的本地越冬虫源（姜玉英等，2009；罗礼智等，2009）。在这样的条件下，迁入虫源与本地虫源混杂增加了对标放成虫回收的难度，从而使回收率较低也是可能的。然而，必须注意的是，尽管在回收到草地螟成虫的 4 个点中有 3 个位于内蒙古，一个位于辽宁，但这 4 个回收点都位于标记释放点的东北方向（图 2），表明我国华北主要越冬区的草地螟可以迁入到东北地区产卵危害。

该项实验结果的科学和生产防治意义重大。首先，其证实了我国华北主要越冬区的草地螟可以迁飞到东北危害的推断或传统假说。由于在草地螟的第一和第二猖獗危害周期，东北地区很少能查到越冬幼虫，而在未查到越冬虫源的年份有大量成虫迁入，华北与东北两地成虫高峰有跟随效应（岳宗岱和袁艺，1983；崔万里，1992；田绍义和高世金，1987；罗礼智等，1996），较多的观点是，东北草地螟 1 代虫源主要是来自华北越冬虫源区（岳宗岱和袁艺，1983；杨素钦和马桂椿，1987；陈瑞鹿等，1992；崔万里，1992；张云慧等，2008），但是，由于缺乏直接的证据，这种观点受到了质疑（陈晓等，2004，2008）。而本研究所得的结果表明，尽管东北 1 代虫源有来自蒙古国和俄罗斯的可能（陈晓等，2004，2008），但草地螟可以从华北迁飞到东北并作为东北 1 代的部分甚至是主要虫源是完全可能的。其次，受全球气候变暖的影响，虽然东北地区已有草地螟越冬虫源出现（罗礼智等，2009，姜玉英等，2009），但这并不会影响到草地螟由华北向东北迁飞，并且这种现象还可能会持续下去。最后，由于该项结果揭示了草地螟的迁飞能力、提供了草地螟可以远距离迁飞、以及由华北向东北迁飞的证据，从而为继续研究草地螟的迁飞行为规律奠定了更坚实的基础，也为进一步改善提高草地螟的测报防治技术水平提供了重要的科学依据。

致谢　感谢全国农业技术推广服务中心张跃进推广研究员，中国农业科学院植物保护研究所罗礼智研究员、程登发研究员，及在本次标记回收中付出辛勤劳动的各级监测预警体系的测报技术人员在论文写作、经费支持和回收工作中给予的指导、支持和协助。

参考文献（References）

Chen RL, Bao XZ, Wang SY, Sun YJ, Li LQ, Liu JR, 1992. An observation on the migration of meadow moth by radar. *Acta Phytophylacica Sinica*, 19(2): 171 –174. [陈瑞鹿，暴祥致，王素云，孙雅杰，李立群，刘继荣，1992. 草地螟迁飞活动的雷达观测. 植物保护学报，19(2): 171 –174]

Chen X, Chen JG, Xue Y, Hao LP, Zhang Y, Zhao KJ, 2004. Immigration of the 1999 outbreak populations of the meadow moth, *Loxostege sticticalis* L. (Lepidoptera: Pyralidae) into the northeastern part of China. *Acta Entomologica Sinica*, 47(5): 599 –606. [陈晓，陈继光，薛玉，郝丽萍，张友，赵奎军，2004. 东北地区草地螟 1999 年大发生的虫源分析. 昆虫学报，47(5): 599 –606]

Chen X, Zhai BP, Gong RJ, Yin MH, Zhang Y, Zhao KJ, 2008. The source area of spring populations of meadow moth, *Loxostege sticticalis* L. (Lepidoptera: Pyralidae) in northeastern China. *Acta Ecologica Sinica*, 28(4): 1521 –1535. [陈晓，翟保平，宫瑞杰，尹明浩，张友，赵奎军，2008. 东北地区草地螟(*Loxostege sticticalis*)越冬代成虫虫源地轨迹分析. 生态学报，28(4): 1521 –1535]

Cui WL, 1992. Observation of biological characteristic of beet webworm, *Loxostege sticticalis* L. *Entomological Knowledge*, 29(5): 289 –292. [崔万里，1992. 草地螟生物学特性的观察. 昆虫知识，29(5): 289 –292]

Jia PH, 1985. Report on the long distance migration of the black cutworm by mark-release-recapture experiment. *Plant Protection*, (2): 20. [贾佩华，1985. 小地老虎远距离迁飞标记回收结果简报. 植物保护，(2): 20]

Jiang XF, Cao WJ, Zhang L, Luo LZ, 2010. Beet webworm (Lepidoptera: Pyralidae) migration in China: evidence from genetic markers. *Environ. Entomol.*, 39(1): 232 –242.

Jiang YY, Zhang YJ, Yang BS, Ma CJ, Wang HJ, Feng XD, Wang CR, 2009. Overwintering larva distribution characteristics of *Loxostege sticticalis* in 2008 and forecasting of its occurring trend in

2009. *China Plant Protection*, 29(1): 39 - 41. [姜玉英, 张跃进, 杨宝胜, 马苍江, 王贺军, 冯晓东, 王春荣, 2009. 草地螟2008年越冬虫源分布特点和2009年发生趋势分析. 中国植保导刊, 29(1): 39 - 41]

Li GB, Wang HX, Hu WX, 1964. Route of the seasonal migration of the oriental armyworm moth in the eastern part of China as indicated by a three-year result of releasing and recapturing of marked moths. *Acta Phytophylacica Sinica*, 3(2): 101 - 110. [李光博, 王恒祥, 胡文绣, 1964. 粘虫季节性迁飞为害假说及标记回收试验. 植物保护学报, 3(2): 101 - 110]

Luo LZ, 2004. The first generation of meadow moth will be outbreak in China. *Plant Protection*, 30(3): 86 - 88. [罗礼智, 2004. 我国2004年一代草地螟将暴发成灾. 植物保护, 30(3): 86 - 88]

Luo LZ, Huang SZ, Jiang XF, Zhang L, 2009. Characteristics and causes for the outbreaks of beet webworm, *Loxostege sticticalis* in northern China during 2008. *Plant Protection*, 35(1): 27 - 33. [罗礼智, 黄绍哲, 江幸福, 张蕾, 2009. 我国2008年草地螟大发生特征及成因分析. 植物保护, 35(1): 27 - 33]

Luo LZ, LI GB, 1993. The threshold temperature, thermal constant and division of generation regions of beet webworm (*Loxostege sticticalis* L.) in China. *Acta Entomologica Sinica*, 36: 332 - 339. [罗礼智, 李光博, 1993. 草地螟的有效积温及其世代区的划分. 昆虫学报, 36: 332 - 339]

Luo LZ, Li GB, Cao YZ, 1996. The third outbreak duration of meadow worm has come. *Plant Protection*, 22(5): 50 - 51. [罗礼智, 李光博, 曹雅忠, 1996. 草地螟第3个猖獗为害周期已经来临. 植物保护, 22(5): 50 - 51]

Luo LZ, Qu XF, 2005. Analysis of the occurrence characteristic of beet webworm (*Loxostege sticticalis* L.) in 2004 and occurrence tendency of its 1st generation in 2005. *Plant Protection*, 31(3): 69 - 71. [罗礼智, 屈西锋, 2005. 我国草地螟2004年危害特点及2005年一代危害趋势分析. 植物保护, 31(3): 69 - 71]

National Cooperation Research Group of Meadow Moth, 1987. Studies on the occurrence, forecast and control of the meadow moth. *China Plant Protection*, (S1): 1 - 9. [全国草地螟科研协作组, 1987. 草地螟(*Loxostege sticticalis* Linnaeus)发生及测报和防治的研究. 中国植保导刊, (S1): 1 - 9]

Qu XF, Shao ZR, Wang JQ, 1999. Analysis of periodic outbreak of meadow moth in agricultural and pastoral area of North China. *Entomological Knowledge*, 36: 11 - 14. [屈西峰, 邵振润, 王建强, 1999. 我国北方农牧区草地螟暴发周期特点及原因剖析. 昆虫知识, 36: 11 - 14]

Sun YJ, Chen RL, 1995. Migration, occurring region and life-history of meadow moth *Loxostege sticticalis* L. in China. *Acta Agriculturae Boreali-Sinica*, 10: 86 - 91. [孙雅杰, 陈瑞鹿, 1995. 草地螟迁飞、发生区与生活史的研究. 华北农学报, 10: 86 - 91]

Tian SY, Gao SJ, 1987. Study of diapause of beet webworm. *China Plant Protection*, (S1): 65 - 69. [田绍义, 高世金, 1987. 草地螟滞育性的研究. 中国植保导刊, (S1): 65 - 69]

Yang SQ, Ma GC, 1987. Study on migration pathway of beet webworm in China. *China Plant Protection*, (S1): 122 - 128. [杨素钦, 马桂椿, 1987. 草地螟迁飞路径的探讨. 中国植保导刊, (S1): 122 - 128]

Yue ZD, Yuan Y, 1983. A preliminary analysis of the outbreak source and condition for the beet webworm, *Loxostege sticticalis* in Jilin Province. *Journal of Jilin Agricultural Sciences*, (3): 78 - 81. [岳宗岱, 袁艺, 1983. 吉林省草地螟虫源和发生条件的初步分析. 吉林农业科学, (3): 78 - 81]

Zhang SK, Liu MF, Li QR, Li JQ, 1987. Study on the rule of occurrence, forecast and management of beet webworm in Shanxi Province. *China Plant Protection*, (S1): 82 - 97. [张树坤, 刘梅凤, 李齐仁, 李吉庆, 1987. 山西省草地螟发生规律、预测预报及其综合治理的研究. 中国植保导刊, (S1): 82 - 97]

Zhang YH, Chen L, Cheng DF, Jiang YY, Lu Y, 2008. The migratory behaviour and population source of the first generation of the meadow moth, *Loxostege sticticalis* L. (Lepidoptera: Pyralidae) in 2007. *Acta Entomologica Sinica*, 51: 720 - 727. [张云慧, 陈林, 程登发, 姜玉英, 吕英, 2008. 草地螟2007年越冬代成虫迁飞行为研究与虫源分析. 昆虫学报, 51: 720 - 727]

(责任编辑: 袁德成)